

ISSN (Print) : 2443-1141

ISSN (Online) : 2541-5301

**Higiene****PENELITIAN**

# Studi Penilaian Risiko Keselamatan Kerja di Bagian Boiler PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru

Nur Hasnah<sup>1\*</sup>, Hasbi Ibrahim<sup>2</sup>, Syarfaini<sup>3</sup>**Abstrak**

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan pembangkit listrik yang banyak digunakan di Indonesia yang memanfaatkan energi panas dari uap (*steam*) untuk memutar sudu turbin sehingga dapat digunakan untuk membangkitkan energi listrik melalui generator. Salah satu bagian terpenting dari sistem pembangkit listrik tenaga uap di Barru dan memiliki risiko tinggi mengalami ledakan dan kebakaran adalah boiler. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran penilaian risiko keselamatan kerja yang ada di PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru khususnya di bagian boiler. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan metode deskriptif observasional, dimana proses identifikasi risiko bahaya menggunakan *worksheet* HAZOPS untuk mengidentifikasi bahaya pada mesin di boiler dan JSA untuk mengidentifikasi tahapan pekerjaan di boiler. Proses analisis risiko menggunakan metode semi kuantitatif berdasarkan AS/NZS 4360:2004. Hasil penelitian menunjukkan nilai risiko keselamatan kerja pada mesin di boiler yang didapat dari *worksheet* HAZOPS tertinggi dengan *risk rating* yaitu *very high* adalah pertama risiko temperatur lebih pada komponen *cyclone*, kedua risiko temperatur lebih pada komponen *superheater*. Nilai risiko keselamatan kerja pada tahapan pekerjaan pemeliharaan di boiler yang didapat dari *worksheet* JSA tertinggi dengan *risk rating* adalah kebocoran pada *safety valve* pada aktifitas pengetesan *safety valve*. Saran pada penelitian ini adalah mengkomunikasikan kepada semua pihak yang terlibat dalam operasi PLTU terkait kebijakan K3, menerapkan secara menyeluruh tentang *Standart operational procedure* atau SOP Keselamatan kerja, menerapkan secara menyeluruh tentang cara mengidentifikasi bahaya di tempat kerja dengan menggunakan JSA, pengawasan lebih terhadap peralatan atau mesin yang sering mengalami kerusakan/penyimpangan dan pengawasan lebih terhadap sistem pengaman pada boiler, dengan mengawasi jadwal pemeliharannya agar sistem pengaman boiler bekerja secara baik sesuai dengan fungsinya.

Kata Kunci : Boiler, JSA, HAZOP, Penilaian risiko, AS/NZS 4360:2004

**Pendahuluan**

Pengembangan Sistem Manajemen K3 adalah berbasis pengendalian risiko sesuai dengan sifat dan kondisi bahaya yang ada. Keberadaan bahaya dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan atau

insiden yang membawa dampak terhadap manusia, peralatan, material dan lingkungan. Risiko menggambarkan besarnya potensi bahaya tersebut untuk dapat menimbulkan insiden atau cedera pada manusia yang ditentukan oleh kemungkinan dan keparahan yang diakibatkannya (Ramli, 2010).

Berdasarkan data dari *International Labour Organization* (ILO) tahun 2015, 1 pekerja di dunia meninggal setiap 15 detik karena kecelakaan kerja

\* Korespondensi : [nurhasnah.channah@yahoo.com](mailto:nurhasnah.channah@yahoo.com)

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

dan 160 pekerja mengalami sakit akibat kerja. Tahun sebelumnya 2012, ILO mencatat angka kematian dikarenakan kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja (PAK) sebanyak 2 juta kasus setiap tahun (ILO, 2015).

Di Indonesia sendiri, jumlah kasus kecelakaan akibat kerja tahun 2011-2014, dimana pada tahun 2011 sebanyak 9.891 kasus kecelakaan kerja, kemudian pada tahun 2012 meningkat sebanyak 21.735 kasus, pada tahun 2013 merupakan kasus kecelakaan kerja paling tinggi sebanyak 35.917 kasus yang kemudian pada tahun 2014 mengalami penurunan 24.910 kasus (infoDATIN, 2015).

Kecelakaan kerja yang terjadi menurut sumber bahayanya di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2014, yaitu: proses mesin terdapat 8 kasus, motor penggerak dan pompa terdapat 5 kasus, pesawat angkut terdapat 1 kasus, alat transmisi mekanik terdapat 6 kasus, perkakas kerja tangan terdapat 18 kasus, peralatan listrik terdapat 1 kasus, debu berbahaya terdapat 3 kasus, radiasi dan bahan radio aktif terdapat 50 kasus, faktor lingkungan terdapat 7 kasus (Pusdatinaker, 2014).

PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru yang merupakan anak perusahaan dari PT PLN (Persero) juga termasuk dalam Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang menyediakan sebagian besar energi listrik pada sistem interkoneksi Sulawesi Selatan, Tenggara dan Barat. Dalam menjalankan fungsinya banyak sistem penting yang saling berhubungan. Salah satu bagian terpenting dari sistem pembangkit listrik tenaga uap di Barru adalah boiler. Boiler merupakan peralatan utama yang terdapat pada PLTU Barru yang berfungsi untuk menghasilkan uap (*steam*) yang digunakan sebagai energi penggerak turbin.

Berdasarkan data *hazard identification* di PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru pada tahun 2014, terdapat 51 risiko bahaya pada kegiatan operasi dan 39 risiko bahaya pada kegiatan pemeliharaan di boiler yang diantaranya risiko tersandung, terpeleset, terjepit, tertimpa objek, panas, sling terputus, jatuh dari ketinggian, terkena bahan kimia dan gangguan pendengaran (Kimia, K3 dan

Lingkungan PLTU Barru, 2014). Selain itu terdapat risiko bahaya yang ada di area boiler khususnya untuk komponen atau mesin yang bekerja pada temperatur dan tekanan tinggi yang berisiko mengalami kegagalan atau mengalami kebakaran dan ledakan.

Kasus ledakan yang pernah terjadi di perusahaan kecil dikutip dari Fatoni (2013), diantaranya pabrik kerupuk di Kaliwates, Jember, Mei 2001 menewaskan 4 orang, dan pabrik tahu di Taman, Sidoarjo, Januari 2005 menewaskan 2 orang. Manajemen Risiko K3 adalah suatu upaya mengelola risiko untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang tidak diinginkan secara komprehensif, terencana dan terstruktur dalam suatu sistem yang baik. Sehingga memungkinkan manajemen untuk meningkatkan hasil dengan cara mengidentifikasi dan menganalisis risiko yang ada (Soputan, 2014).

Dalam penelitian ini, proses identifikasi bahaya yang dilakukan ada dua yaitu JSA (*Job Safety Analysis*) dan HAZOPS (*Hazard Operability Study*). Proses JSA digunakan dalam mengidentifikasi bahaya dengan melihat pekerjaan yang dapat menimbulkan risiko bahaya pada pekerja, sedangkan HAZOPS digunakan dalam mengidentifikasi risiko bahaya yang bersal dari mesin atau peralatan yang sedang beroperasi. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui gambaran penilaian risiko keselamatan kerja pada kegiatan dan mesin di Boiler PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru.

## Metode Penelitian

### Jenis dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru yang berlokasi di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang bersifat deskriptif untuk memberikan gambaran penilaian risiko keselamatan kerja di bagian Boiler.

### Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh kegiatan dan mesin di area Boiler pada unit operasi

PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru. Adapun sampel dalam penelitian ini adalah kegiatan pemeliharaan dan mesin di area boiler dimana mesin terdiri atas 3 bagian utama *Cyclone*, *Furnace*, *boiler drum* dan HRA (*Heat Recovery Area*). Adapun teknik pengambilan sampelnya yaitu *Purposive Sampling* yakni berdasarkan suatu pertimbangan tertentu dan kriteria yang dibuat oleh peneliti berdasarkan keadaan populasi yang sudah diketahui sebelumnya.

Adapun kriteria sampel dalam penelitian ini berdasarkan keadaan populasi adalah, mesin di boiler : (1) Peralatan atau mesin di boiler yang memiliki temperatur dan tekanan yang paling tinggi, (2) Peralatan yang sering mengalami gangguan, kerusakan atau bekerja melebihi batas normal, (3) Peralatan yang memiliki risiko tinggi mengalami ledakan dan kebakaran berdasarkan *piping & instrumental diagram*. Pada pekerjaan di boiler : (1) Kegiatan yang memiliki risiko tinggi untuk kontak langsung dengan sumber bahaya dengan jangka waktu yang lama, (2) Kegiatan yang terjadwal pada saat penelitian berlangsung.

### Instrument Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Worksheet* JSA, HAZOPS dan AS/NZS 4360:2004 serta alat dokumentasi. *Worksheet* JSA digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang timbul berdasarkan pekerjaan yang dilakukan. Sedangkan *Worksheet* HAZOPS yang digunakan pada penelitian ini untuk mengidentifikasi risiko bahaya yang muncul dari mesin atau peralatan yang sedang beroperasi dan *worksheet* AS/NZS 4360:2004 digunakan pada tahap analisis risiko dari hasil identifikasi bahaya yang telah dilakukan.

### Hasil

Identifikasi bahaya dilakukan dengan metode HAZOP yang memiliki beberapa tahapan yaitu penentuan *node*, penentuan parameter, pemilihan *guideword* dan penentuan *deviation* yang digunakan untuk menentukan risiko bahaya di boiler. Parameter yang digunakan pada mesin di boiler yaitu, *temperature*, *pressure*, *flow* dan *level*. Terdapat 16 risiko bahaya pada mesin di bagian boiler terdapat 3 risiko bahaya pada kategori *priori-*

**Tabel 1. Hasil Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko Pada Mesin Di Bagian Boiler PT. Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru**

No	Identifikasi Bahaya			Analisis Risiko	Evaluasi Risiko	
	Area Mesin	Compenent	Risiko	Nilai Risiko	Risk Rating	Risk Reduction
1	Furnace	Furnace	More of Temperature	100	Substantial	88%
			Less of Temperature	300	Priority I	66%
2	Cyclone	Cyclone	More Of Temperature	400	Very high	55%
			Less of Temperature	45	Priority 3	83%
			More Of Pressure	25	Priority 3	88%
			Less Of Flow	150	Substantial	50%
		Seal Pot	Less Of Pressure	30	Priority 3	67%
			3	Boiler Drum	More Of Level	50
Less Of Level	300	Priority I			66%	
More Of Pressure	25	Priority 3			50%	
Less Of Pressure	75	Substantial			50%	
More Of Temperature	25	Priority 3			50%	
Less Of Temperature	50	Priority 3			50%	
4	HRA (Heat Recovery Area)	Superheater	More Of Temperature	500	Very high	44%
			More Of Pressure	300	Priority I	33%
		Economizer	More Of Pressure	100	Substantial	66%

**Tabel 2. Hasil Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko Pada Kegiatan Pemeliharaan *Safety Valve* di Bagian Boiler PT. Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru**

No	Tahapan pekerjaan	Risiko	Nilai risiko	Risk rating	reduction
1	Pemasangan <i>chain block</i>	Jatuh dari ketinggian	15	Acceptable	93%
		Tertimpa <i>chain block</i> pada saat mengangkat <i>chain block</i> untuk dipasang	25	Priority 3	94%
2	Pemasangan rantai <i>chain block</i> pada bonnet	Terjepit rantai <i>chain block</i>	3	Acceptable	66%
		<i>Struck by/chain block</i> berayun sehingga membentur pekerja	45	Priority 3	66%
		Tertimpa rantai <i>chain block</i>	7.5	Acceptable	83%
3	Pelepasan baut-baut pengikat	Tergores bagian <i>safety valve</i>	1.5	Acceptable	83%
		Terbentur bagian lain <i>safety valve</i>	1	Acceptable	88%
4	Pengangkatan <i>safety valve</i> dari posisi dudukannya	Tertimpa <i>safety valve</i>	37.5	Priority 3	92%
		Jatuh dari ketinggian	15	Acceptable	93%
		Tergelincir dari tangga	3	Acceptable	67%
5	Pembongkaran <i>safety valve</i>	Tergores bagian dari <i>safety valve</i>	3	Acceptable	67%
		Terjepit bagian <i>safety valve</i> pada saat	3	Acceptable	98%
6	<i>Lapping disc insert &amp; nozzle</i>	Tangan terpotong	22.5	Priority 3	70%
		Tergores pada saat memulai <i>lapping</i>	3	Acceptable	67%
		Terjepit <i>lift stop</i> pada bagian <i>safety valve</i>	45	Priority 3	83%
7	Pemasangan komponen <i>safety valve</i>	Terjepit pada saat pemasangan bagian <i>safety valve</i>	15	Acceptable	88%
		Tergores bagian <i>safety valve</i>	3	Acceptable	67%
8	Pemasangan <i>safety valve</i> pada dudukannya	Tertimpa <i>safety valve</i>	75	Substantial	92%
		Terjatuh dari tangga	3	Acceptable	83%
		Jatuh dari ketinggian	45	Priority 3	90%
		Rantai <i>Chain block</i> terputus	75	Substantial	83%
9	Pengetesan <i>safety valve</i>	Uap bertekanan tinggi	150	Substantial	83%
		Kebocoran pada bagian <i>safety valve</i>	450	Very high	50%
		Elemen/part <i>safety valve</i> terlempar	22.5	Priority 3	90%

ty 1, 7 risiko bahaya pada kategori *priority 3*, 4 risiko bahaya pada kategori *substantial* dan 2 risiko bahaya pada kategori *very high*.

Pada tabel 1 penilaian risiko pada bagian *furnace* terdapat 2 risiko bahaya yakni *less of temperature* pada kategori *priority 1* dan *more of temperature* pada kategori *substantial*.

Hasil penilaian risiko pada *cyclone* dimana terbagi atas 2 bagian, pada *cyclone* terdapat risiko bahaya yakni *more of temperature* pada kategori *very high*, *less of temperature* pada kategori *priority 3*, dan *more of pressure* pada kategori *priority 3*. Sedangkan pada bagian *seal pot* terdapat risiko ba-

haya yakni *less of flow* pada kategori *substantial* dan *less of pressure* pada kategori *priority 3*.

Hasil penilaian risiko pada *boiler drum* terdapat risiko bahaya yakni *less of level* pada kategori *priority 3*, *more of level* pada kategori *priority 1*, *more of pressure* pada kategori *priority 3*, *less of pressure* pada kategori *substantial*, *more of temperature* pada kategori *priority 3* dan *less of temperature* pada kategori *priority 3*.

Hasil penilaian risiko pada HRA (*Heat Recovery Area*) terbagi atas 2 bagian, pada *superheater* terdapat risiko bahaya yakni *more of temperature* pada kategori *very high* dan *more of pressure* pada

**Tabel 3. Hasil Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko Pada Kegiatan *Retubing* Di Bagian Boiler PT. Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru**

No	Tahapan pekerjaan	Risiko	Nilai risiko	Risk rating	Risk reduction
1	Pemeriksaan hasil thick-ness & penentuan lokasi kebocoran	Terperosot disela pipa	30	Priority 3	83%
		Terjatuh dari ketinggian	10	Acceptable	94%
2	Pemeriksaan dan spesifikasi tube yang diganti	Terperosot disela pipa	30	Priority 3	83%
		Terjatuh dari ketinggian	30	Priority 3	83%
		Terjatuh dari ketinggian	30	Priority 3	80%
3	Pemasangan <i>scaffolding</i>	Terbentur benda lain	6	Acceptable	50%
		Tertimpa <i>scaffolding</i>	30	Priority 3	70%
4	Pemasangan penerangan dan police line pada lokasi pemotongan tube	Tersandung kabel roll	6	Acceptable	50%
		Tersengat arus listrik	30	Priority 3	90%
		Terpeleset karena genangan air (lantai licin)	0.2	Acceptable	90%
		Terbentur objek tidak bergerak (pipa)	2	Acceptable	67%
		Terjatuh dari <i>scaffolding</i>	30	Priority 3	90%
5	Pemotongan sesuai hasil pengukuran untuk penggantian tube	Jatuh dari ketinggian	30	Priority 3	80%
		Tangan terpotong	50	Priority 3	67%
		Percikan api dari mesin gerinda dan mesin Cutting wheel ukuran 14"	0.2	Acceptable	80%
6	<i>Bafelling tube dan isolasi pada permukaan yang telah dipotong</i>	Tergores benda tajam	10	Acceptable	90%
		Tertimpa mesin <i>bafelling</i>	10	Acceptable	90%
		Tertimpa <i>chain block</i>	50	Priority 3	83%
7	Pengelasan tube menggunakan argon	Percikan api dari proses pengelasan	0.2	Acceptable	80%
		Terhirup gas,uap dan debu dari proses pengelasan menggunakan argon	10	Acceptable	94%
		Sengatan panas akibat material panas dari proses pengelasan	1	Acceptable	97%
		Terkena <i>spark/spatter (material kecil yang memercik dari daerah pengelasan)</i>	1	Acceptable	97%
		Kebakaran akibat <i>spark/spatter yang terkena bahan mudah terbakar</i>	90	Substantial	85%
		Kebakaran (percikan dapat mengenai bahan yang mudah terbakar)	90	Substantial	85%
8	<i>Repair welding joint</i>	Ledakan	100	Substantial	92%
		Sengatan listrik dari kabel las listrik	30	Priority 3	90%
		Terkena percikan api dari proses welding	0.2	Acceptable	96%
		Terjepit <i>arde (holder) pada tangan.</i>	0.2	Acceptable	80%
		Tersandung akibat posisi kabel tidak rapih	6	Acceptable	50%

**Tabel 4. Hasil Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko Pada Kegiatan Konservasi *Main Boiler* dengan Cara Basah Di Bagian Boiler PT Indonesia Power UPJP BALI Sub Unit PLTU Barru**

No	Tahapan pekerjaan	Risiko	Nilai Risiko	Risk rating	Risk Reduction
1	Konservasi <i>Main dengan Cara Basah</i>	Tekanan uap tinggi	75	<i>Substantial</i>	83%
		Panas/temperatur tinggi	75	<i>Substantial</i>	83%
		Paparan bahan kimia <i>hydrazine</i> , dan gas <i>N2</i> ( <i>Nitrogen blanket</i> )	15	<i>Acceptable</i>	67%
		Jatuh dari ketinggian	45	<i>Priority 3</i>	80%

kategori *priority 1*, pada *economizer* terdapat risiko bahaya yakni *more of pressure* pada kategori *substantial*.

Selain itu, pada penelitian ini juga mengidentifikasi bahaya pada kegiatan di boiler dengan menggunakan menggunakan JSA (*Job Safety Analysis*). Hasil identifikasi bahaya pada kegiatan di bagian boiler bahwa terdapat 58 risiko keselamatan kerja. Pada penelitian ini dari 58 risiko keselamatan kerja, terdapat 24 risiko pada kegiatan pemeliharaan *safety valve*, 29 risiko pada kegiatan *retubing*, dan 5 risiko pada kegiatan konservasi *main boiler*.

Pada tabel 2 kegiatan kegiatan pemeliharaan *safety valve* terdapat 13 risiko kategori *Acceptable* dengan persentase sebesar 54.17%, 7 risiko kategori *Priority 3* dengan persentase sebesar 29.17%, 3 risiko kategori *Substantial* dengan persentase sebesar 12.5% dan 3 risiko kategori *very high* dengan persentase sebesar 4.16 %.

Pada tabel 3 kegiatan *retubing* terdapat 15 risiko kategori *Acceptable* dengan persentase sebesar 54.72%, 11 risiko kategori *Priority 3* dengan persentase sebesar 37.93%, dan 3 risiko kategori *Substantial* dengan persentase sebesar 10.35%.

Pada tabel 4 kegiatan konservasi *main boiler* terdapat 1 risiko kategori *Acceptable* dengan persentase sebesar 2.0%, 3 risiko kategori *substantial* dengan persentase sebesar 6.0%, dan 1 risiko kategori *priority 3* dengan persentase sebesar 2.0%.

## Pembahasan

PT Indonesia Power atau IP, adalah sebuah

anak perusahaan PLN menjalankan usaha komersial pada bidang pembangkitan tenaga listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru merupakan salah satu unit bisnis dari PT. Indonesia Power UPJP Bali yang berkapasitas 2x50 MW yang merupakan suatu pembangkit listrik dimana energi listrik dihasilkan oleh generator yang diputar oleh turbin uap yang memanfaatkan tekanan uap hasil dari penguapan air yang dipanaskan oleh bahan bakar di dalam ruang bakar (boiler).

Pada area Boiler PLTU terdiri atas beberapa komponen yang menunjang kegiatan operasinya yang terdiri dari peralatan utama, peralatan bantu dan peralatan penunjang. Peralatan utama pada boiler PLTU Barru yaitu *Furnace*, *Cyclone* dan HRA (*Heat Recovery Area*) yang merupakan komponen yang sangat penting dan memerlukan perhatian khusus karena peralatan tersebut beroperasi dengan temperatur dan tekanan tinggi sehingga memiliki risiko keselamatan kerja yang tinggi.

Salah satu bahaya dari mesin Boiler yang sangat tinggi adalah risiko terjadi ledakan dan kebakaran. Pada penelitian Luluk Kristianingsih dan Ali Musyafa, 2013 dengan judul Analisis *safety system* dan manajemen risiko pada *steam boiler* PLTU di unit 5 pembangkitan paiton, PT. YTL Berdasarkan analisis risiko pada HAZOP worksheet diketahui bahwa bahaya yang menimbulkan risiko paling besar adalah kebakaran. Kebakaran dapat terjadi di semua bagian dari boiler, baik di dalam package boiler maupun dari luar ruang boiler. Penyebab utama dari kebakaran pada boiler yaitu level air yang



berada di steam drum terlalu rendah, melebihi batas bawah yang ditentukan dan pemantik api yang berada di furnace tidak berfungsi ketika bahan bakar telah dialirkan ke ruang pembakaran.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Supriyadi dan Fauzi Ramdan, 2017 dengan judul Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Pada Divisi Boiler Menggunakan Metode *Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control* (Hirarc) yaitu terdapat bahaya mekanis pada boiler yaitu terjerit pada area hooper, terjatuh dari ketinggian pada area line steam serta terjadinya kebakaran atau ledakan pada area furnace dan area steam drum.

Selain peralatan yang berisiko tinggi di area Boiler PLTU Barru yang memerlukan perhatian, kegiatan atau aktivitas yang dilakukan pekerja di area Boiler juga perlu diperhatikan. Oleh karena itu dibutuhkan proses identifikasi dan penilaian risiko keselamatan kerja sebagai upaya meminimalisir risiko khususnya risiko keselamatan (Wahyuddin dkk, 2016). Proses penilaian risiko dimulai dengan melakukan proses identifikasi bahaya di area Boiler PLTU Barru. Pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan instrument atau alat ukur JSA (*Job safety Analysis*) dan HAZOPS (*Hazard Operability Study*). Pada penelitian ini JSA digunakan untuk mengidentifikasi bahaya yang berasal dari proses pekerjaan/tahapan pekerjaan khususnya pekerjaan pemeliharaan (*Maintenance*), sedangkan HAZOPS digunakan untuk mengidentifikasi bahaya yang berasal dari komponen Boiler khususnya pada komponen Furnace, cyclone dan HRA (*Heat Recovery Area*). Setelah diidentifikasi kemudian dilakukan analisis risiko dengan mengacu pada *Australian New Zealand Standart : 2004. (AS/NZS : 2004)*.

Pada penelitian ini terdapat 16 risiko bahaya pada mesin dengan melakukan identifikasi bahaya sebelumnya menggunakan worksheet HAZOP. Terdapat 3 risiko bahaya pada kategori *priority 1*, 7 risiko bahaya pada kategori *priority 3*, 4 risiko bahaya pada kategori *substantial* dan 2 risiko bahaya pada kategori *very high*.

Pada area furnace terdapat 2 risiko bahaya yakni *more of temperature* memiliki nilai *basic level* 900 dan *existing level* 100 dengan *risk rating substantial*. Risiko ini terjadi karena *temperature furnace* mencapai 1000°C melebihi *temperature* normal atau alarm yaitu pada nilai 920°C. *Temperature* lebih terjadi karena adanya peningkatan pembakaran di furnace, kenaikan nilai kalor, peningkatan flow batu bara dan penumpukan *bottom ash* di furnace. Risiko *less of temperature* memiliki nilai *basic level* 900 dan *existing level* 300 dengan *risk rating priority 1*. Risiko ini terjadi karena *temperature furnace* di bawah 880°C yaitu kurang dari nilai normal. Hal ini terjadi karena penurunan nilai kalor pada batu bara, penurunan flow batu bara, kebocoran pada pipa riser dan *temperature* air dari drum terlalu rendah.

Pada area cyclone terbagi atas 2 bagian yaitu pada cyclone dengan risiko bahaya *more of temperature* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 900 dan nilai risiko pada *Existing Level* 400 dengan *risk rating very high*. Risiko ini terjadi karena *temperature cyclone* mencapai 1000°C atau melebihi nilai alarm yaitu 900°C. Hal ini dapat terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna pada batu bara sehingga dapat menyebabkan ledakan, kerusakan pada nozzle, dan kerusakan pada refractory.

Risiko *less of temperature* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 270 dan nilai risiko pada *Existing Level* 45 dengan *risk rating priority 3*. Risiko ini terjadi karena *temperature cyclone* di bawah nilai normal yaitu 850-870°C. Hal ini dapat terjadi karena tekanan dari furnace kurang sehingga dapat menyebabkan tidak terjadinya sirkulasi sisa bahan bakar.

Risiko *more of pressure* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 225 dan nilai risiko pada *Existing Level* 25 dengan *risk rating priority 3*. Risiko ini terjadi karena tekanan uap cyclone melebihi batas normal 3 Kpa. Hal ini dapat terjadi karena kelebihan udara dari udara pembakaran dan furnace pressure terlalu minus sehingga menyebabkan *temeperatur* pada cyclone mengalami penurunan dan *heta exchanger* tidak bekerja maksimal.

Pada area *cyclone* terdapat area *seal pot* yang memiliki risiko bahaya *less of flow* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 300 dan nilai risiko pada *Existing Level* 150 dengan *risk rating substantial*. Risiko ini terjadi karena *flow rate* berada di bawah nilai batas normal 300-500 Nm<sup>3</sup>/h. Hal ini dapat terjadi karena daya mampu HPFF berkurang, *pressure* terbangun ke *safety valve* dan adanya material bed yang tersumbat sehingga dapat menyebabkan tidak terjadi *sealing* yang baik. Dinding *refractory* tergerus, *material bed* tidak terdistribusi dengan baik ke *furnace* dan pengurangan *efisiensi boiler*.

Risiko bahaya *less of pressure* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 90 dan nilai risiko pada *Existing Level* 30 dengan *risk rating priority 3*. Risiko ini terjadi karena tekanan uap *cyclone* di bawah batas normal 3 Kpa. Hal ini dapat terjadi karena penyumbatan *material bed* sehingga *pressure* mengalami penurunan dan *supply pressure* pada *seal pot* berkurang sehingga menyebabkan terjadinya penyumbatan pada lubang *nozzle*.

Pada area *boiler drum* terdapat 6 risiko bahaya yakni risiko bahaya *less of level* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 300 dan nilai risiko pada *Existing Level* 50 dengan *risk rating priority 3*. Risiko ini terjadi karena tingkatan uap di bawah nilai batas normal 50 psi. Hal ini dapat terjadi karena penurunan daya mampu *Boiler feed pump*, pengaturan *flow* di *main feed water* mengalami penurunan, perbandingan antara beban dan *supply feed water* tidak seimbang dan terjadi kebocoran pada jalur pipa *blowdown* sehingga menyebabkan *overheating* pada pipa *riser* dan dapat menimbulkan kebocoran, terjadi kebakaran akibat pemanasan terus menerus.

Risiko bahaya *more of level* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 900 dan nilai risiko pada *Existing Level* 300 dengan *risk rating priority 1*. Risiko ini terjadi karena tingkatan uap melebihi 50 psi. Hal ini dapat terjadi karena terjadi peningkatan air yang masuk ke drum lebih banyak daripada uap sehingga dapat menyebabkan *carry over* pada turbin/korosif.

Risiko bahaya *more of pressure* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 50 dan nilai risiko pada *Existing Level* 25 dengan *risk rating priority 3*. Risiko ini

terjadi karena tekanan uap *boiler drum* melebihi nilai batas normal 9.6-9.8 Mpa dengan alarm peringatan 11.3 Mpa. Hal ini dapat terjadi karena pembakaran di *furnace* terlalu besar sehingga dapat menyebabkan penurunan *level drum (air)* dan *safety valve* terbuka. Pada dasarnya, uap mempunyai tekanan uap dan pada pengoperasian boiler dapat menimbulkan tekanan tinggi. Boiler selalu bekerja pada tekanan yang tinggi dari tekanan yang diperlukan (Darmanto, S., Rahmat, dan Setyoko, B., 2007).

Penelitian ini memiliki perbedaan dalam hal penilaian risiko dengan penelitian yang dilakukan Eliza Marceliana Zeinda dan Sho'im Hidayat, 2016 yaitu menentukan *likelihood* dan *severity* dan dilakukan perkalian untuk menentukan tingkatan risiko. Tekanan tinggi yang melebihi kapasitas akan menyebabkan uap dibuang melalui *safety valve*, sehingga tekanan akan menjadi normal. Nilai *Likelihood* tekanan tinggi adalah 1 (rare). Tekanan tinggi dapat menyebabkan ledakan, sehingga nilai *severity* adalah 5 (*outstanding*). Tingkat risiko untuk tekanan tinggi adalah 5 (*high risk*). Tingkat risiko ini dapat dikurangi karena mengingat terdapat pengendalian teknik berupa *safety valve*.

Risiko bahaya *less of pressure* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 150 dan nilai risiko pada *Existing Level* 75 dengan *risk rating substantial*. Risiko ini terjadi karena tekanan uap *boiler drum* di bawah nilai batas normal 9.6-9.8 Mpa. Hal ini dapat terjadi karena pembakaran di *furnace* terlalu kecil dan terjadi kebocoran di *superheater* sehingga dapat menyebabkan peningkatan *level drum (air)*.

Risiko bahaya *more of temperature* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 50 dan nilai risiko pada *Existing Level* 25 dengan *risk rating priority 3*. Risiko ini terjadi karena *temperature boiler drum* di atas nilai batas normal 300-320°C. Hal ini dapat terjadi karena pembakaran di *furnace* terlalu besar sehingga dapat menyebabkan *life time boiler drum* menurun.

Risiko bahaya *less of temperature* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 50 dan nilai risiko pada *Existing Level* 25 dengan *risk rating priority 3*. Risiko ini terjadi karena *temperature boiler drum* di bawah nilai batas normal 300-320°C. Hal ini dapat terjadi



karena pemanasan air di *economizer* tidak maksimal dan pembakaran di *furnace* menurun sehingga dapat menyebabkan *efisiensi boiler* menurun.

Pada area *Heat Recovey Area* terbagi atas 2 bagian yaitu pada *superheater* terdapat risiko bahaya *more of temperature* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 900 dan nilai risiko pada *Existing Level* 500 dengan *risk rating very high*. Risiko ini terjadi karena *temperature superheater* di atas nilai batas normal 540°C. Hal ini dapat terjadi karena terjadi kerusakan pada *spray temperature* sehingga dapat menyebabkan pipa *superheater* pecah atau meledak dan terjadi kegagalan saat pengoperasian boiler.

Risiko bahaya *more of pressure* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 450 dan nilai risiko pada *Existing Level* 300 dengan *risk rating priority I*. Risiko ini terjadi karena tekanan *superheater* melebihi nilai normal 13.105 Kpa. Hal ini dapat terjadi karena *deposit* pada sisi *tube* berbentuk U sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada pipa *superheater*, kerusakan *blade* pada turbin dan terjadi kebakaran pada pipa *main steam* menuju turbin.

Pada bagian *economizer* dengan risiko bahaya *more of pressure* yakni nilai risiko pada *Basic Level* 300 dan nilai risiko pada *Existing Level* 100 dengan *risk rating substantial*. Risiko ini terjadi karena tekanan *economizer* melebihi nilai batas normal 17.100 Kpa. Hal ini dapat terjadi karena pembakaran *flue gas* sehingga dapat menyebabkan *eksplosion* dan kebakaran di pipa *economizer*.

Selain itu, pada penelitian ini juga mengidentifikasi bahaya pada kegiatan di boiler dengan menggunakan menggunakan JSA (*Job Safety Analysis*). terdapat 58 risiko keselamatan kerja. Pada penelitian ini dari 58 risiko keselamatan kerja, terdapat 24 risiko pada kegiatan pemeliharaan *safety valve*, 29 risiko pada kegiatan *retubing*, dan 5 risiko pada kegiatan konservasi *main boiler*.

Pada kegiatan pemeliharaan *safety valve* terdapat risiko bahaya dengan kategori *priority 3* yaitu dengan nilai *existing level* tertinggi 45 yaitu:

Risiko *stuck by/chain block* berayun pada aktifitas pemasangan rantai *chain block* pada bon-

net memiliki nilai risiko *Basic Level* 135 dan nilai risiko pada *Existing Level* 45. Risiko ini mengalami penurunan karena PLTU Barru telah menerapkan *Standar Operational Procedure lifting*.

Risiko terjepit *lift stop safety valve* pada aktifitas *lapping disc insert & nozzle* memiliki nilai risiko *Basic Level* 270 dan nilai risiko pada *Existing Level* 45. Risiko ini mengalami penurunan karena PLTU Barru telah menerapkan Instruksi kerja, pemeliharaan *safety valve*, pelatihan dan APD.

Jatuh dari ketinggian pada aktifitas pemasangan *safety valve* pada dudukannya memiliki nilai risiko *Basic Level* 270 dan nilai risiko pada *Existing Level* 45. Risiko ini mengalami penurunan karena PLTU Barru telah menerapkan SOP bekerja di ketinggian, pelatihan dan inspeksi lingkungan kerja. Boiler merupakan bangunan dengan ketinggian lebih kurang 18 meter. Aktivitas di boiler terkadang menggunakan tangga maupun lift. Risiko yang dapat ditimbulkan oleh bahaya terjatuh dan terpeleset dari ketinggian berupa cedera dan dapat mengancam keselamatan pekerja. Potensi bahaya ini dapat dihindari dengan penggunaan APD pada pekerja (Eliza dan Sho'im:2016).

Pada kegiatan pemeliharaan *safety valve* terdapat risiko bahaya dengan kategori *substantial* yaitu dengan nilai *existing level* tertinggi 150 yaitu Risiko uap bertekanan tinggi pada aktifitas pengetesan *safety valve* memiliki nilai risiko *Basic Level* 900 dan nilai risiko pada *Existing Level* 150. Risiko ini mengalami penurunan karena PLTU Barru telah menerapkan SOP, Instruksi kerja dan identifikasi bahaya di boiler.

Penelitian yang dilakukan Eliza Marceliana Zeinda dan Sho'im Hidayat, 2016 dengan judul *Risk Assessment Kecelakaan Kerja Pada Pengoperasian Boiler Di PT.Indonesia Power Unit Pembangunan Semarang*. Tekanan tinggi dapat ditimbulkan dari pengoperasian peralatan boiler. Bahaya tekanan tinggi dapat menyebabkan ledakan sehingga proses produksi akan berhenti dan dapat mengancam keselamatan pekerja. Dari data sekunder, pipa boiler pernah mengalami kebocoran dan kerusakan. Bahaya tekanan tinggi dapat dikendalikan dengan

pengendalian teknik berupa safety valve.

Pada kegiatan pemeliharaan *safety valve* terdapat risiko bahaya dengan kategori *very high* yaitu dengan nilai *existing level* tertinggi 450 yaitu Risiko kebocoran pada aktifitas pengetesan *safety valve* memiliki nilai risiko *Basic Level* 900 dan nilai risiko pada *Existing Level* 450. Risiko ini mengalami penurunan karena PLTU Barru telah menerapkan identifikasi bahaya pada boiler.

Pada kegiatan *retubing* terdapat risiko bahaya dengan kategori *priority 3* yaitu dengan nilai *existing level* tertinggi 50 yaitu Risiko tertimpa *chain block* pada aktifitas *bafelling tube* dan isolasi pada permukaan yang telah dipotong memiliki nilai risiko *Basic Level* 300 dan nilai risiko pada *Existing Level* 50. Risiko ini mengalami penurunan karena PLTU Barru telah menerapkan SOP mengangkat dan memindah, instruksi kerja *retubing* dan inspeksi peralatan kerja.

Pada kegiatan *retubing* terdapat risiko bahaya dengan kategori *substantial* yaitu dengan nilai *existing level* tertinggi 100 yaitu risiko ledakan pada aktifitas *repair welding joint* memiliki nilai risiko *Basic Level* 1200 dan nilai risiko pada *Existing Level* 100. Risiko ini mengalami penurunan karena PLTU Barru telah menerapkan identifikasi bahaya, inspeksi lingkungan kerja dan peralatan, SOP *welding*.

Pada kegiatan konservasi *main boiler* terdapat risiko bahaya dengan kategori *substantial* yaitu dengan nilai *existing level* tertinggi 75. Risiko tekanan uap tinggi pada aktifitas pada pembukaan *venting* uap boiler memiliki nilai risiko *Basic Level* 450 dan nilai risiko pada *Existing Level* 75. Risiko ini mengalami penurunan karena PLTU Barru telah menerapkan instruksi kerja kegiatan konservasi *main boiler* dengan cara basah dan identifikasi

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang studi penilaian risiko keselamatan kerja di bagian boiler PT. Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru dapat disimpulkan yaitu, (1) Identifikasi pada mesin di boiler menggunakan HAZOP terdapat risiko keselamatan yang dominan

yaitu temperatur lebih dan tekanan lebih. (2) identifikasi pada pekerjaan di boiler menggunakan JSA yaitu jatuh dari ketinggian, hasil analisis risiko pada mesin di boiler dengan nilai risiko tertinggi *more of temperature* pada *superheater* yaitu 500. (3) Nilai risiko tertinggi kebocoran bagian *safety valve* pada pekerjaan pengetesan *safety valve* yaitu 450 dan evaluasi risiko pada mesin di boiler dengan *risk rating* tertinggi pada risiko *more of temperature* yaitu *very high* dan *risk rating* tertinggi pada pekerjaan di boiler dengan risiko kebocoran bagian *safety valve* yaitu *very high*.

## Daftar Pustaka

- Darmanto, S., Rahmat. & Setyoko, B., (2007). Peluang Penghematan Energi Uap Menggunakan Metode Non-Investment Point. *Jurnal uni-mus.ac.id*, 5(1):35–40.
- Fatoni, R. (2013). Rekomendasi Standar Sistem Keselamatan untuk Steam Boiler di Pabrik Tahu. Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT), ISSN 2339-028X.
- International Labour Organization (ILO). (2015). "Safety and Health at Work". Situs Resmi ILO. <http://ilo.org/global/topics/safety-and-health-atwork/lang-en/index.htm> (19 Januari).
- Kristianingsih, L. & Ali, M. (2013). Analisis Safety System dan Manajemen Risiko pada Steam Boiler PLTU di Unit 5 Pembangkitan Paiton, PT. YTL. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(2): 356–361.
- Peraturan Uap (*Stoom Ordonnantie*) *Verordening Stoom Ordonnantie* 1930 atau Peraturan Uap tahun 1930.
- Pusdatinaker. sumber kecelakaan kerja menurut provinsi di Indonesia triwulan II tahun 2006
- PT Indonesia Power UPJP Bali Sub Unit PLTU Barru, (2014). Identifikasi dan Prioritas Bahaya Potensial.
- Ramli, S. (2010). Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001 (vo.1). Jakarta: Dian Rakyat.
- Soputan, G.E.M. (2014). Manajemen Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. 4 (4): 229-238.

- 
- Supriyadi dan Fauzi Ramdan (2017). Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Pada Divisi Boiler Menggunakan Metode *Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control* (Hirarc). *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*. 1(2): 161-177.
- Wahyuddin, P. P., Susilawaty, A., Azriful, A., & Basri, S. (2016). Risiko Paparan Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) pada Masyarakat yang Bermukim Disekitar PT. PLN (Persero) Sektor Tello Tahun 2014. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(1), 8-14.